

Высокочастотная вентиляция легких

Стрижак М.И.

Определение

- ВЧ ИВЛ – методика вентиляции, использующая высокую частоту дыхания 5-50 Гц (т.е. 300-3000 в мин.) с низким дыхательным объемом, примерно соответствующим объему мертвого пространства

Основные типы ВЧ ИВЛ

1. High-frequency jet ventilation
2. High-frequency interrupted flow ventilation
3. High-frequency oscillatory ventilation (HFO, HFOV)

Принцип вентиляции

- В отличие от традиционной ИВЛ, при которой газообмен зависит в первую очередь от объема газа, доставляемого в альвеолы и вымываемого во время каждого дыхательного цикла, при ВЧ ИВЛ происходит смешивание свежего и выдыхаемого газа и диффузия молекул, что обеспечивает газообмен

Преимущества ВЧ ИВЛ

- Улучшение газообмена
- Раскрытие участков легких с плохой вентиляцией из-за более высокого среднего давления в дыхательных путях
- Улучшение легочного комплайенса
- Улучшение соотношения вентиляция/перфузия с уменьшением внутрилегочного шунтирования

Цель ВЧ ИВЛ

- Улучшить газообмен и уменьшить риск развития вентилятор-ассоциированных повреждений легких, в первую очередь баротравмы и волюмотравмы

Показания к использованию

- Несмотря на антенатальное использование стероидов и заместительной терапии сурфактантом часть новорожденных детей не может эффективно вентилироваться при использовании традиционной ИВЛ
- В случаях тяжелой пневмопатии использование ИВЛ с жесткими параметрами (высокое инспираторное давление и ЧД) увеличивает риск баротравмы и волюмотравмы
- В таких случаях HFOV может быть более эффективна по сравнению с традиционной ИВЛ

Показания к использованию

- Параметры вентиляции, указывающие на неэффективность традиционной ИВЛ
 - P_{in} у недоношенных $> 20-22$ см водн. ст.
 - P_{in} у доношенных $> 25-28$ см водн. ст.

Заболевание, при которых используется ВЧ ИВЛ

- Тяжелый респираторный дистресс-синдром
- Мекониальная аспирация
- Пневмония
- Синдром «утечки воздуха»
- Гипоплазия легких
- Хронические заболевания легких
- Ателектазы
- Персистирующая легочная гипертензия новорожденного
- Врожденная диафрагмальная грыжа

Риски ВЧ ИВЛ

- Перераздутие легких
- Гипотензия
- Нарушение сердечного выброса из-за уменьшения венозного возврата
- ВЖК
- Повышение отделения секрета из ДП

Показания к переводу пациента на ВЧ ИВЛ

- Индекс оксигенации (oxygenation index, OI)

$$OI = \frac{\text{Mean airway pressure} \times FiO_2}{PaO_2} (\times 100)$$

- Увеличение >13 в двух образцах артериальной крови, взятых с интервалом 6ч.

Параметры вентиляции при ВЧ ИВЛ

- **Среднее давление в дыхательных путях (МАР, см водн. ст.),** вокруг которого происходят осцилляции давления
- **Амплитуда (%) осцилляций,** определяющая осцилляторный объем
- **Частота (Гц) осцилляций**

Начальные установки

МАР	Такое же как при традиционный ИВЛ или выше на 1-2 см водн. ст.
Амлитуда	Обеспечивающая видимое дрожание грудной клетки, обычно 30-60%
Частота	7-10 Гц

Стратегия ВЧ ИВЛ при респираторных заболеваниях у новорожденных

Заболевание	Примеры	Стратегия
Диффузное гомогенное заболевание	<ul style="list-style-type: none">- РДС- Диффузная пневмония- Двусторонняя гипоплазия легких	<ul style="list-style-type: none">- Высокое MAP (на 2-5 см водн. ст. больше чем при традиционной ИВЛ)- Достижение хорошего наполнения легких
Негомогенное заболевание	<ul style="list-style-type: none">- Фокальная пневмония- Мекониальная аспирация- Односторонняя легочная гипоплазия- Легочное кровотечения- Врожденная диафрагмальная грыжа	<ul style="list-style-type: none">- Низкое MAP (такое же как при традиционной ИВЛ или меньше)- Низкая частота (7 Гц)- Избегание частичного перераздутия легких
Заболевание с утечкой воздуха	<ul style="list-style-type: none">- Интерстициальная эмфизема- Пневмоторакс	<ul style="list-style-type: none">- Минимальное MAP- Низкая частота- Уменьшение риска возврата утечки воздуха

Как убедиться в адекватности ВЕНТИЛЯЦИИ

- **Наблюдение за грудной клеткой** – видимая вибрация
- **Аускультация** – равномерное поступление воздуха
- **Оценка клинического состояния ребенка** – цвет кожного покрова, транскутанная сатурация, транскутанные газы крови
- **pCO₂** в артерии через 15 мин. после начала ВЧ ИВЛ с настройкой амплитуды
- **Рентген-контроль** через 1 ч. после начала ВЧ ИВЛ для определения степени расширения легких и размера тени сердца (оптимально легкие должны располагаться на уровне 8-9-го ребра и инфильтрация должна быть меньше), настройка MAP, если расширение легких неоптимально

Как изменять параметры вентиляции

- Оксигенация зависит, главным образом, от MAP
- Вентиляция зависит, главным образом, от осцилляторного объема
 - Осцилляторный объем увеличивается с увеличением амплитуды и уменьшением частоты вентиляции

Мониторинг при ВЧ ИВЛ

- pO_2 и pCO_2 артериальной крови дают наиболее надежную информацию о газообмене
- Между анализами крови транскутанная сатурация отражает оксигенацию
- Мониторинг транскутанных газов рекомендован при ВЧ ИВЛ

Дополнительный мониторинг

- Осциляторный (дыхательный) объем
- DCO_2 (коэффициент транспорта газа)

Дополнительный мониторинг

- Целевой дыхательный объем составляет 2-3 мл/кг
- DCO_2 – показатель аналогичный минутной вентиляции легких при традиционной ИВЛ, $\text{мл}^2/\text{сек}$

$$\text{DCO}_2 = \text{TV}^2 \times \text{ЧД}$$

- Выведение CO_2 увеличивается с увеличением DCO_2
- DCO_2 в большей степени определяется дыхательным объемом чем частотой, поэтому уменьшение частоты дыханий, которое увеличивает дыхательный объем, приводит к увеличению DCO_2 и улучшению вентиляции

Дополнительный мониторинг

- Чтобы уменьшить $p\text{CO}_2$, необходимо увеличить дыхательный объем
- С целью увеличения дыхательного объема, можно увеличить амплитуду, MAP или уменьшить частоту
- На величину дыхательного объема также влияют секрет из дыхательных путей, размер ЭТТ и жесткость контура, используемого для вентиляции

Коррекция параметров вентиляции

- В случае резкого ухудшения состояния обследование ребенка согласно **DOPE**
- **D** – **d**isplacement of the tube
- **O** – **o**bstruction of the tube
- **P** – **p**neumothorax
- **E** – **e**quipment failure

Коррекция параметров вентиляции

Цель	Действия	Риски
Улучшение оксигенации	<ul style="list-style-type: none">- Увеличение FiO_2- Увеличение MAP- Повторить сурфактант- Оптимизировать седацию	<ul style="list-style-type: none">- Токсичность кислорода- Низкое артериальное давление- Перераздутие/эмфизема
Улучшение вентиляции	<ul style="list-style-type: none">- Увеличение амплитуды- Уменьшение частоты- Увеличение MAP- Оптимизировать седацию- Санация ЭТТ	<ul style="list-style-type: none">- См. выше

Коррекция параметров вентиляции

- Действия при перераздутии легких
 - Уменьшить MAP
 - Уменьшить амплитуду
- Действия при гипотензии
 - Обследовать на пневмоторакс
 - Увеличить внутрисосудистый объем
 - Инотропная поддержка
 - Уменьшить MAP (в случае, когда подозревается снижение АД в результате увеличенного MAP, необходимо непродолжительное отключение вентиляции для восстановления исходного внутригрудного давления, затем вентиляция возобновляется с уменьшенным MAP)

Уход от ВЧ ИВЛ

- Ребенок считается готовым к экстубации, если FiO_2 30% и менее, MAP 8-9 см водн. ст., амплитуда 25-30% и ребенок показывает достаточную респираторную активность
- Также возможно переключение на режим SIMV с дальнейшим уходом от ИВЛ